

Задание 1

Превращение 1 моль формальдегида в метанол при взаимодействии с водородом сопровождается выделением 131,9 кДж теплоты, тогда как при образовании 1 моль воды из простых веществ выделяется 286 кДж.

- 1) Докажите, что при сгорании 1 моль метанола выделяется больше теплоты, чем при сгорании 1 моль формальдегида.
- 2) Рассчитайте тепловые эффекты сгорания метанола и формальдегида, учитывая, что при сгорании 1 моль графита выделяется 394 кДж, а при образовании 1 моль формальдегида из простых веществ выделяется 116 кДж.
- 3) Некоторое количество метанола сожгли в калориметрической бомбе, помещенной в калориметр с водой, масса которой 4 кг. Температура воды при этом увеличилась на 58°. Определите массу сожженного метанола, если постоянная калориметра равна $C_{const} = 1784,3 \frac{\text{Дж}}{\text{град}}$, а удельная теплоемкость воды составляет $C_p(H_2O) = 4182 \frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot \text{К}}$.

Задание 2

В химической кинетике принято классифицировать реакции по величине общего порядка реакции.

Физический смысл порядка реакции – это число одновременно изменяющихся в процессе концентраций.

Порядок реакции может принимать значения от 0 до 3, включая дробные величины.

К реакциям нулевого порядка относят большинство гетерогенных реакций.

Скорость реакций *нулевого порядка* не зависит от концентраций веществ. Тогда $V_p = k_0$, где k_0 – константа скорости реакции нулевого порядка.

Скорость реакций *первого порядка* $A \rightarrow B$ прямо пропорциональна концентрации реагента.

Выражение для константы скорости первого порядка: $k_1 = \frac{1}{\tau} \ln \frac{C_0}{C_\tau}$; [мин^{-1}], где τ – время превращения,

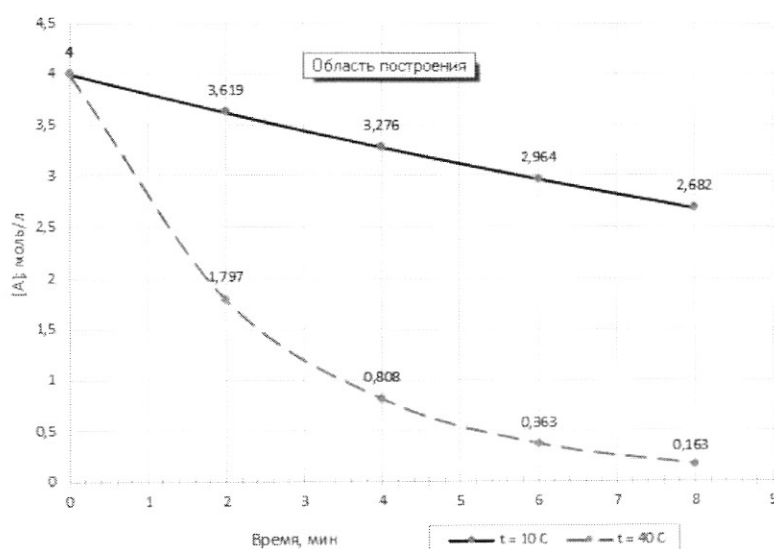
C_0 – исходная концентрация реагента, C_τ – концентрация реагента, оставшегося в реакции по истечении времени τ

Скорость реакций *второго порядка* пропорциональна произведению концентраций А и В. Выражение для константы скорости второго порядка: $k_2 = \frac{1}{\tau} \left(\frac{1}{C_\tau} - \frac{1}{C_0} \right)$; [$\frac{\text{л}}{\text{моль} \cdot \text{мин}}$].

Выражение константы скорости *третьего порядка* при равенстве начальных концентраций реагентов: $k_3 = \frac{1}{2\tau} \left(\frac{1}{C_\tau^2} - \frac{1}{C_0^2} \right)$; [$\frac{\text{л}^2}{\text{моль}^2 \cdot \text{мин}}$]

Время, за которое расходуется половина вещества А называют периодом полураспада (полупревращения) $\tau_{1/2}$.

Зависимость концентрации вещества А от времени

**Задание**

Реакцию целого порядка, описываемую уравнением $A \rightarrow B + D$, провели при двух температурах – при 10°C и 40°C – и получили следующие кинетические данные, представленные на графике.

Определите:

- а) порядок реакции;
- б) константы скорости реакции при 10°C и 40°C;
- в) температурный коэффициент реакции γ .
- г) период полупревращения А при заданной исходной концентрации 4 моль/л при двух температурах;
- д) как изменилась скорость реакции при 40°C через четыре минуты после начала реакции по сравнению с исходной скоростью реакции?

Задание 3

Циановодород или синильная кислота HCN – яд, вызывающий кислородное голодание тканевого типа. Однако, это вещество очень востребовано в химической промышленности: при взаимодействии с карбонильными соединениями образует циангидрины, используемые в производстве замещенных и непредельных карбоновых кислот, является сырьем для получения акрилонитрила, метилметакрилата, химических волокон и пр.

В настоящий момент одним из распространенных методов получения циановодорода является метод Андрусова: прямой синтез из метана и аммиака в присутствии воздуха на платиновом катализаторе. Также HCN можно получить из аммиака и угарного газа в присутствии диоксида тория в качестве катализатора.

Известно, что молекулы циановодорода существует в виде двух таутомеров. *Продолжение на обороте* →

Анион CN^- образует прочные координационные связи с металлами, и это его свойство используется в реакции Эльснера при добыче золота для его отделения от пустой породы: золотосодержащую породу перемешивают в растворе цианида натрия, пропуская через этот раствор воздух. Элементарное золото растворяется вследствие образования комплекса, в котором координационное число металла-комплексобразователя равно двум.

Задание

- 1) Составьте структурные формулы таутомеров циановодорода. Какая геометрическая форма характерна для молекул этих изомеров? Каков характер связей и механизм их образования в этих молекулах? Какова степень окисления и валентность атома углерода в этих молекулах? Какой из изомеров, на ваш взгляд, является более устойчивым?
- 2) Составьте уравнения обоих описанных способов получения HCN.
- 3) Составьте уравнение реакции Эльснера. Какие типы химических связей присутствуют в полученном комплексном соединении?
- 4) Составьте уравнение взаимодействия циановодорода с ацетоном. Какие кислоты можно получить из образовавшегося дициангидрина? Составьте схему превращения (или уравнения реакций) и дайте названия кислотам по номенклатуре ИЮПАК.

Задание 4

К веществу А – бесцветной жидкости с характерным запахом массой 138 г прибавили 813 г бромида фосфора (III). Образовавшееся жидкое (н.у.), но легкокипящее органическое вещество D отогнали из реакционной смеси и разделили на три равные части, второй продукт реакции (фосфористую кислоту) отбросили.

Первую часть вещества D нагрели с избытком спиртового раствора щелочи, в результате чего образовалось газообразное (н.у.) органическое вещество E. Весь газ E пропустили через разогретую до 1200 °С трубчатую печь, в результате чего получили смесь двух газов (н.у.) – водорода и органического газа G. Газ G пропустили при интенсивном перемешивании через нагретый до 55 °С водный раствор смеси хлорида меди (I) с хлоридом аммония, в результате получили газообразное (н.у.) вещество L, которое отделили и тщательно высушили.

Вторую часть вещества D растворили в диэтиловом эфире и прибавили к полученному раствору 24 г магния (в виде стружки), по окончании растворения магния в реакционную смесь прибавили все количество вещества L, которое полностью прореагировало, в результате чего образовался и улетучился (н.у.) горючий газ Q с плотностью по водороду равной 15, а в колбе осталось полученное вещество M.

К оставшемуся полученному веществу M прибавили третью часть вещества D, в результате чего образовалось органическое вещество R. Вещество R при взаимодействии с бромом массой 160 г, растворенным в четыреххлористом углероде, привело к образованию органического вещества T.

Известно, что при сжигании на воздухе всего количества полученного газа E образуется 44,8 л (н.у.) углекислого газа и 36 мл воды.

Задание

1. Определите вещества D, E, G, L, Q и M, R, T и напишите уравнения реакций их получения, используя структурные формулы веществ.
2. Определите массу полученного вещества T. Приведите структурную формулу вещества T и назовите его и вещество R по номенклатуре ИЮПАК.

Задание 5

Бесцветное кристаллическое органическое вещество А с брутто-формулой $C_{13}H_{10}O_2$ внесли в реакционную колбу, добавили избыток раствора гидроксида натрия и прокипятили, в результате вещество А растворилось. После охлаждения в реакционную колбу прибавили по каплям соляную кислоту до слабокислой реакции по универсальной индикаторной бумаге, после чего прибавляли раствор гидрокарбоната натрия до прекращения выделения газа. Далее в реакционную колбу поместили барботер паровика и провели перегонку с водяным паром, дистиллят собрали и упарили, получив кристаллическое органическое ароматическое вещество Б с характерным запахом.

Остаток в реакционной колбе вновь подкислили соляной кислотой и охладили до примерно 4 °С, в результате чего на дне колбы выпали бесцветные кристаллы вещества органического ароматического вещества Г, не имеющего запаха, которые отделили фильтрованием. При взаимодействии натриевого производного вещества Б с бромметаном в водной среде получается жидкое кислородсодержащее органическое вещество Д, с приятным запахом, плохо растворимое в воде, элементный анализ которого показал следующее содержание углерода и водорода: С - 77,78%; Н - 7,41%.

При нагревании вещества Г с оксидом фосфора (V) получают фосфорную кислоту и кристаллическое органическое вещество Е, имеющее молярную массу 226 г/моль.

Задание

1. Определите структурную формулу вещества А, назовите его по номенклатуре ИЮПАК.
2. Напишите уравнения всех описанных реакций, указав структурные формулы веществ Б, Г, Д, Е.
3. Предложите уравнение реакции синтеза вещества А из веществ Б и Е.



Периодическая система элементов Д.И. Менделеева

		I		II	III		IV	V		VI	VII		VIII				2			
1	1 H 1,00797 Водород																He 4,0026 Гелий			
2	Li 6,939 Литий	Be 9,0122 Бериллий	3	4	5	B 10,811 Бор	6	7	N 14,0067 Азот	8	O 15,9994 Кислород	9	F 18,9984 Фтор					10 Ne 20,183 Неон		
3	Na 22,9898 Натрий	Mg 24,312 Магний	11	12	13	Al 26,9815 Алюминий	14	15	P 30,9738 Фосфор	16	S 32,064 Сера	17	Cl 35,453 Хлор					18 Ar 39,948 Аргон		
4	K 39,102 Калий	Ca 40,08 Кальций	19	20	Sc 44,956 Скандий	21	Ti 47,90 Титан	22	V 50,942 Ванадий	Cr 51,996 Хром	24	Mn 54,938 Марганец	25	Fe 55,847 Железо	27	Co 58,9332 Кобальт	28	Ni 58,71 Никель		
5	Cu 63,546 Медь	Zn 65,37 Цинк	37	38	Ga 69,72 Галлий	Ge 72,59 Германий	32	33	As 74,9216 Мышьяк	34	Se 78,96 Селен	35	36					36 Kr 83,80 Криптон		
	Rb 85,47 Рубидий	Sr 87,62 Стронций												Ru 101,07 Рутений	Rh 102,905 Родий	Pd 106,4 Палладий				
6	Ag 107,868 Серебро	Cd 112,40 Кадмий	55	56	In 114,82 Индий	Sn 118,69 Олово	50	51	Sb 121,75 Сурьма	52	Te 127,60 Теллур	53	54					54 Xe 131,30 Ксенон		
	Cs 132,905 Цезий	Ba 137,34 Барий												Os 190,2 Осмий	Ir 192,2 Иридий	Pt 195,09 Платина				
7	Au 196,967 Золото	Hg 200,59 Ртуть	87	88	Tl 204,37 Таллий	Pb 207,19 Свинец	82	83	Ta 180,948 Тантал	84	W 183,85 Вольфрам	85	86					86 Rn [222] Радон		
	Fr [223] Франций	Ra [226] Радий												Ac** [227] Актиний	Db [261] Дубний	Fl [262] Флорий	Rf [263] Резерфордий		Bh [262] Борий	Hn [265] Ганний

Примечание: Образец таблицы напечатан из современного курса для поступающих в ВУЗы Н.Е. Кузьменко и др. «Начала химии» М., «Экзамен», 2000





РЯД АКТИВНОСТИ МЕТАЛЛОВ / ЭЛЕКТРОХИМИЧЕСКИЙ РЯД НАПРЯЖЕНИЙ

Li Rb K Ba Sr Ca Na Mg Al Mn Zn Cr Fe Cd Co Ni Sn Pb (H) Sb Bi Cu Hg Ag Pt Au

активность металлов уменьшается

РАСТВОРИМОСТЬ КИСЛОТ, СОЛЕЙ И ОСНОВАНИЙ В ВОДЕ

	H ⁺	Li ⁺	K ⁺	Na ⁺	NH ₄ ⁺	Ba ²⁺	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Sr ²⁺	Al ³⁺	Cr ³⁺	Fe ²⁺	Fe ³⁺	Ni ²⁺	Co ²⁺	Mn ²⁺	Zn ²⁺	Ag ⁺	Hg ²⁺	Pb ²⁺	Sn ²⁺	Cu ²⁺	
OH ⁻		P	P	P	P	P	M	H	M	H	H	H	H	H	H	H	H	H	-	-	H	H	H
F ⁻	P	M	P	P	P	M	H	H	H	M	H	H	H	P	P	P	P	P	P	-	H	P	P
Cl ⁻	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	H	P	M	P	P
Br ⁻	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	H	M	M	P	P
I ⁻	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	?	P	?	P	P	P	P	P	H	H	H	M	?
S ²⁻	P	P	P	P	P	-	-	-	H	-	-	H	-	-	H	H	H	H	H	H	H	H	H
HS ⁻	P	P	P	P	P	P	P	P	P	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?
SO ₃ ²⁻	P	P	P	P	P	H	H	M	H	?	-	H	?	H	H	H	?	M	H	H	H	?	?
HSO ₃ ⁻	P	?	P	P	P	P	P	P	P	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?
SO ₄ ²⁻	P	P	P	P	P	H	M	P	H	P	P	P	P	P	P	P	P	P	M	-	H	P	P
HSO ₄ ⁻	P	P	P	P	P	?	?	?	-	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	H	?	?
NO ₃ ⁻	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	-	P
NO ₂ ⁻	P	P	P	P	P	P	P	P	P	?	?	?	?	P	M	?	?	?	M	?	?	?	?
PO ₄ ³⁻	P	H	P	P	-	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H
HPO ₄ ²⁻	P	?	P	P	P	H	H	M	H	?	?	H	?	?	?	?	H	?	?	?	M	H	?
H ₂ PO ₄ ⁻	P	P	P	P	P	P	P	P	P	?	?	P	?	?	?	?	P	P	P	?	-	?	?
CO ₃ ²⁻	P	P	P	P	P	H	H	H	H	?	?	H	-	H	H	H	H	H	H	H	H	?	H
HCO ₃ ⁻	P	P	P	P	P	P	P	P	P	?	?	P	?	?	?	?	?	?	?	?	P	?	?
CH ₃ COO ⁻	P	P	P	P	P	P	P	P	P	-	P	P	-	P	P	P	P	P	P	P	P	-	P
SiO ₃ ²⁻	H	H	P	P	?	H	H	H	H	?	?	H	?	?	?	?	H	H	?	?	H	?	?

“P” – растворяется (> 1 г на 100 г H₂O)

“M” – мало растворяется (от 0,1 г до 1 г на 100 г H₂O)

“H” – не растворяется (меньше 0,01 г на 1000 г воды)

“-” – в водной среде разлагается

“?” – нет достоверных сведений о существовании соединений

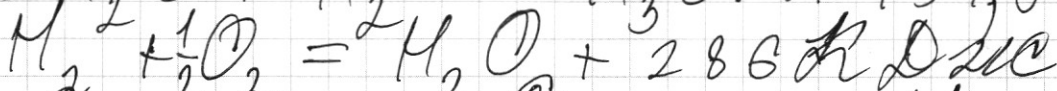
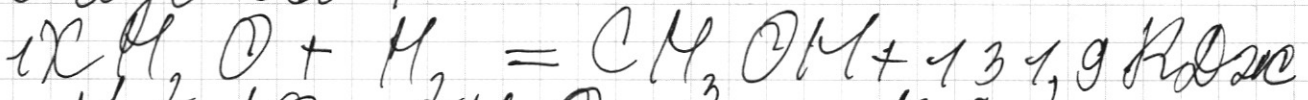
Примечание: Электрохимический ряд напряжений металлов и таблица «Растворимость кислот, солей и оснований в воде» напечатаны из современного курса для поступающих в ВУЗы Н.Е. Кузьменко и др. «Начала химии»

М., «Экзамен», 2000 (с. 241, форзац)

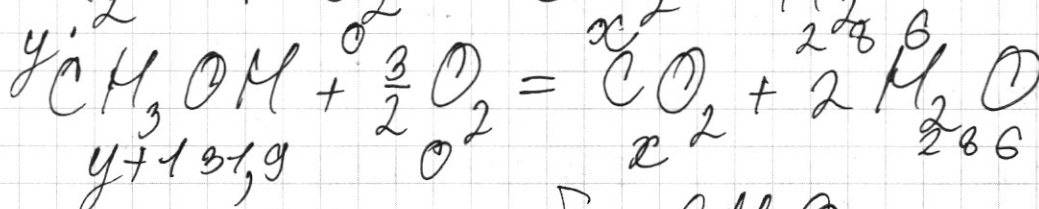
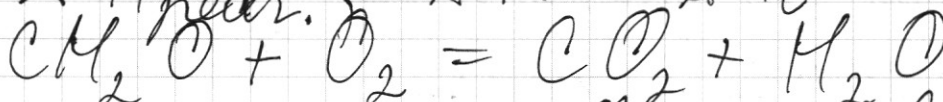


ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

Задача 1

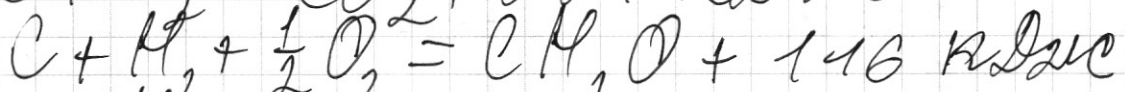
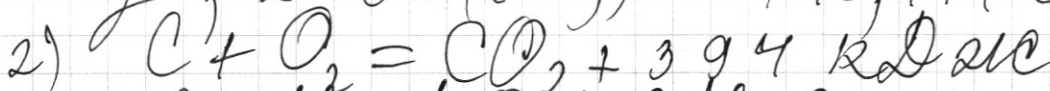


По закону Гесса, $\Delta H = \Delta H_{\text{прод.}}$
 $-\Delta H_{\text{реак.}}$ $\Delta H = -\Delta Q$



y — теплота сжиг. CH_3OH , x — теплота сжиг.

Док-во: $286 + x - y < 2 \cdot 286 - 131,9 + x - y$
 $286 + (x - y) < 440,1 + (x - y)$ $\square$



$$\Delta Q(\text{CH}_2\text{O}) = 394 + 286 - 116 = 564 \text{ кДж/моль}$$

$$\Delta Q(\text{CH}_3\text{OH}) = 394 + 2 \cdot 286 - 116 - 131,9 = 718,1 \text{ кДж/моль}$$

$$3) Q_{\text{гр}} = C_p m \Delta t = 4182 \cdot 4 \cdot 58 = 940224$$

$$Q_{\text{гр}} = C_{\text{смет}} \cdot t = 104404,4$$

$$Q = (Q_1 + Q_2) : Q(\text{CH}_3\text{OH}) = 1492,3 \text{ моль}$$

$$m = 1492,3 \cdot 32 = 44453,82 = 44,4538 \text{ кг}$$

Ответ: 1) показано 2) CH_2O - 364
водис/мал, CH_3OH - 418,1 водис/мал;
3) 44,4538 кг CH_3OH

Задача 2:

а) порядок реакции можно опре-
делить по формуле $\frac{\ln(\frac{C_0}{x}) - \ln(\frac{C_0}{x_2})}{\ln(C_0) - \ln(C_2)}$
 $= \frac{\ln(\frac{3,619}{2}) - \ln(\frac{3,246}{2})}{\ln(3,619) - \ln(3,246)} = 1$

Проверим подстановкой:

$$k_1 = \frac{1}{2} \ln \frac{4}{3,619} = 0,05$$

$$k_1 = \frac{1}{2} \ln \frac{4}{2,984} = 0,05 \text{ доказано}$$

б) k_1 при $10^\circ\text{C} = 0,05 \text{ мин}^{-1}$

$$k_2 \text{ при } 40^\circ\text{C} = \frac{1}{2} \ln \frac{4}{1,494} = 0,4$$

$$\text{в) } \frac{k_2}{k_1} = \gamma^{\frac{40-10}{10}} \frac{0,4}{0,05} = 8 = \gamma^3 \quad \gamma = 2$$

$$\text{г) } 0,05 = \frac{1}{x} \ln \frac{4}{2} \Rightarrow x = \frac{\ln \frac{4}{2}}{0,05} = 13,863 \text{ мин}$$

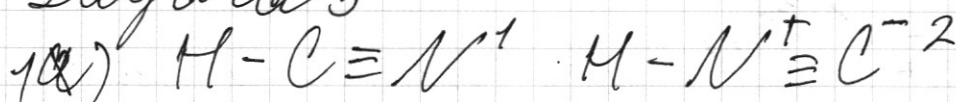
$$0,4 = \frac{1}{y} \ln \frac{4}{2} \Rightarrow y = \frac{\ln \frac{4}{2}}{0,4} = 1,433 \text{ мин}$$

д) $k_2 \text{ Co} / k_2 \text{ Ca} = C_0 / C_a = 4,95 \text{ раз}$
учитывалась

Ответ: а) порядок 1) $k_1 = 0,05 \text{ мин}^{-1}$,
 $k_2 = 0,4 \text{ мин}^{-1}$; б) $\gamma = 2$ 2) x_{12} для $10^\circ\text{C} = 13,863$

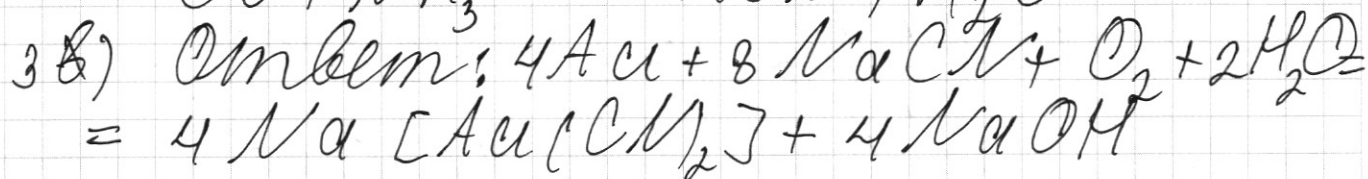
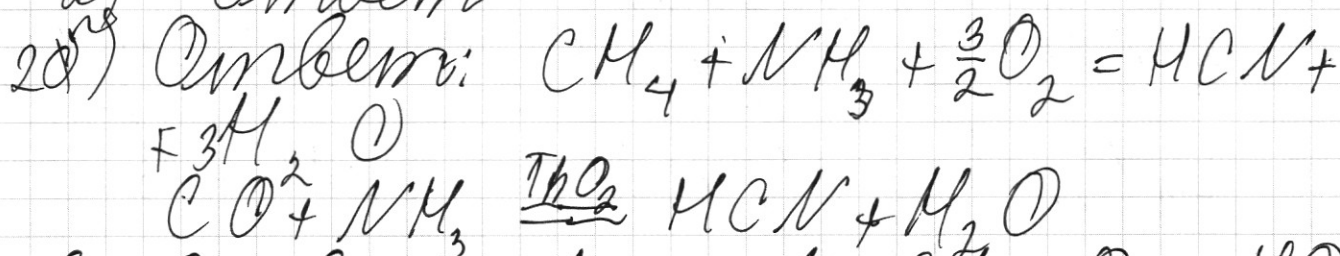
ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

мм⁻¹, σ_{112} для 40°C = 1,733 см
 г) в 4,95 раз увеличилась
 задача 3

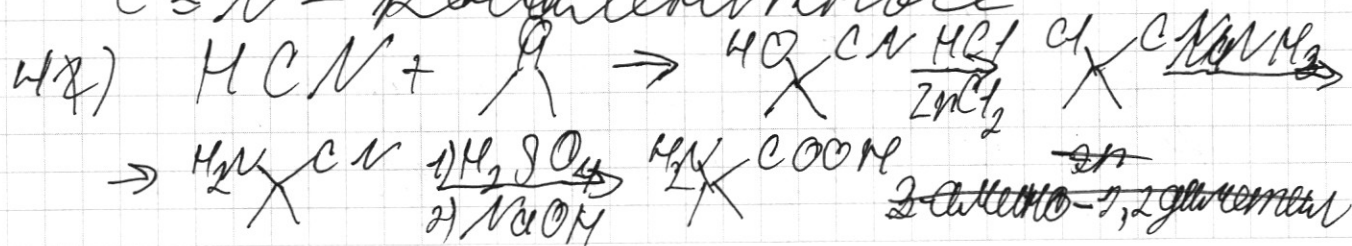


кач форма - линейная
 связи ковалентные, в таут. 1
 обобщенный мет, в таут. 2 H-N
 обобщен., $N^+ \equiv C^-$ - донорно-акцепт.
 степ. окисл. C + 2, вал. 4
 таут. 1 более устойчив

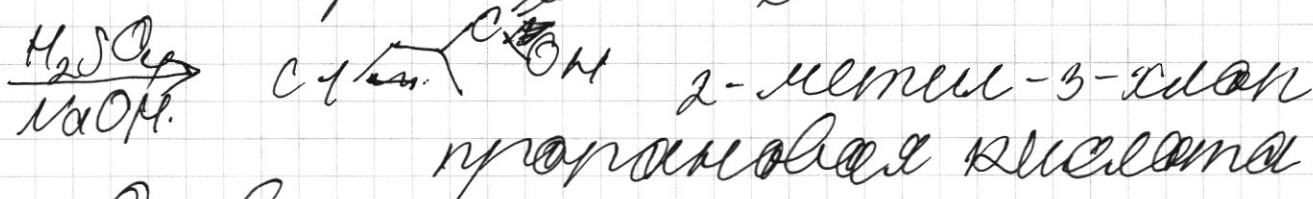
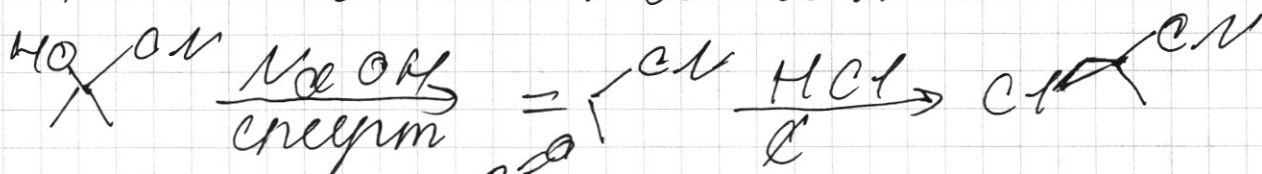
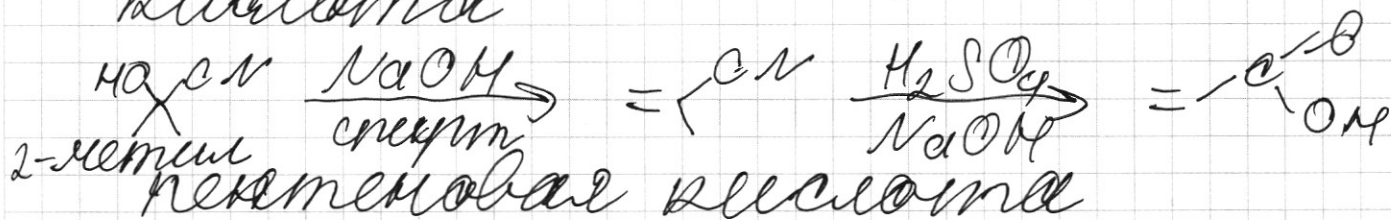
а) - Ответ



$Na^+ [Al(SCN)_2]^-$ - ионная
 $N \equiv C - Al - C \equiv N$ - ковалентные
 $C \equiv N$ - ковалентные



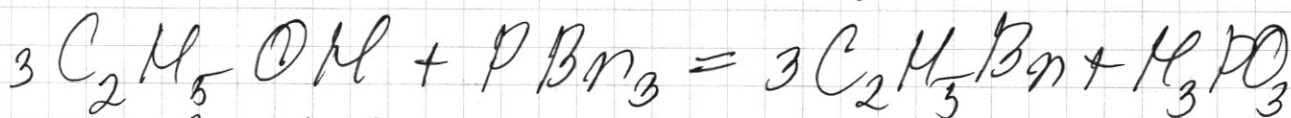
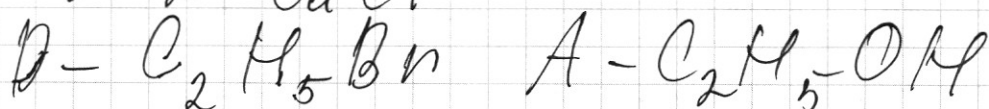
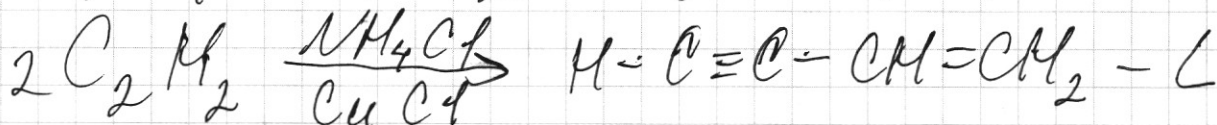
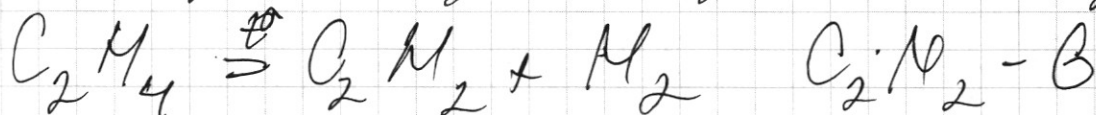
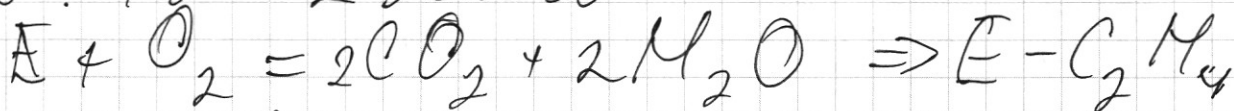
2-амино-2-метилпропановая кислота



4) Ответ: 2-амино-2-метилпропановая, 2-метилпентеновая кислоты, 2-метил-3-хлорпропановая кислота

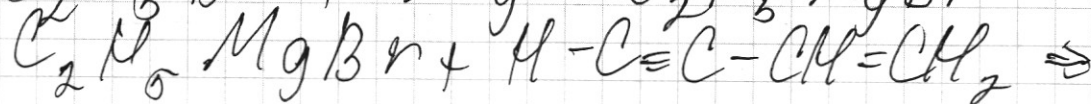
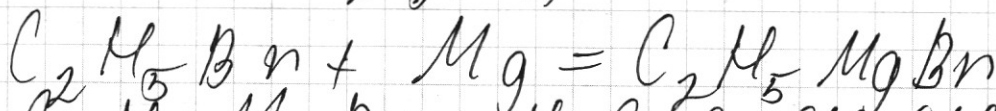
Задача 4: $44,8 / 22,4 = 2$ моль

$$36 : 18 = 2 \text{ моль}$$

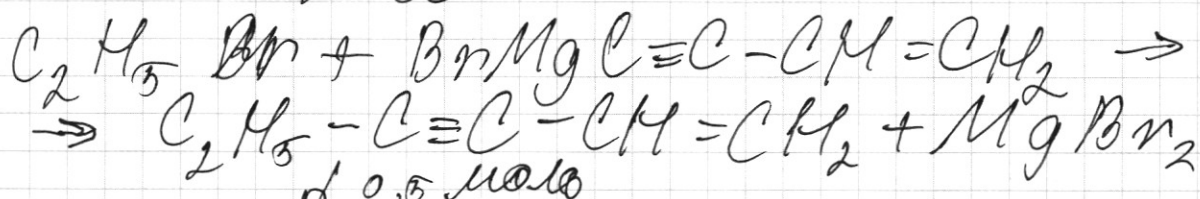
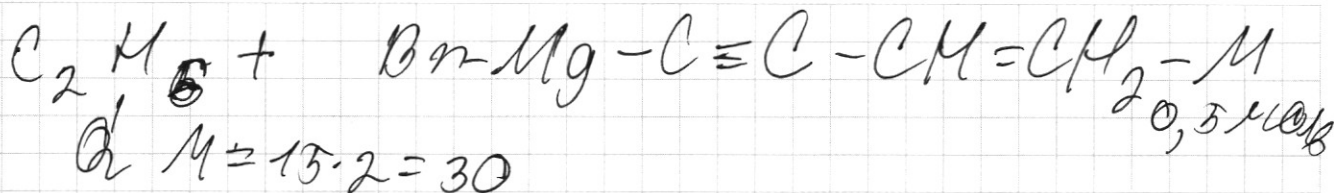


$$180 : 46 = 3$$

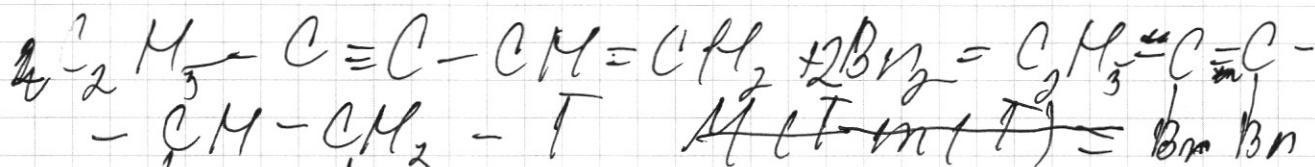
$\text{HSC}_2\text{H}_5\text{OH}$



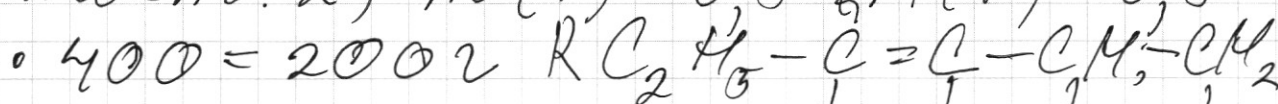
ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА



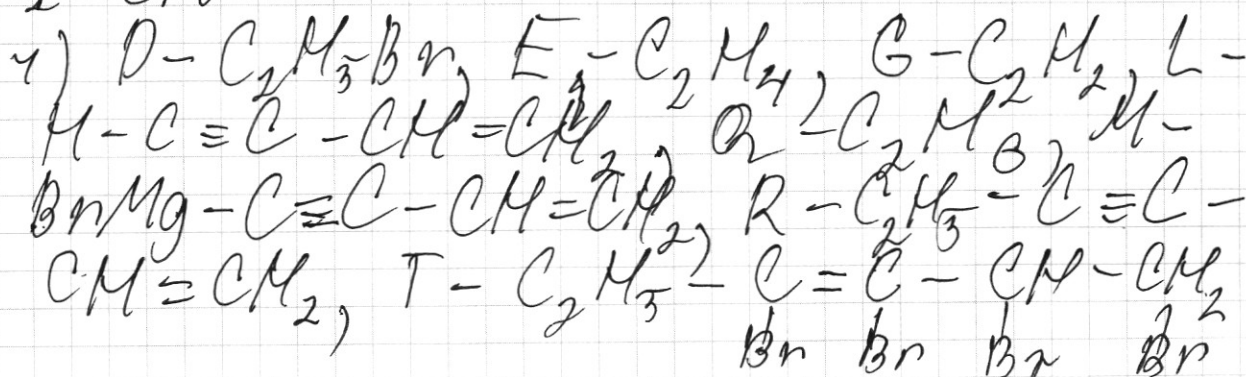
$$n = m(Br_2) : M(Br_2) = 160 : 160 = 1$$

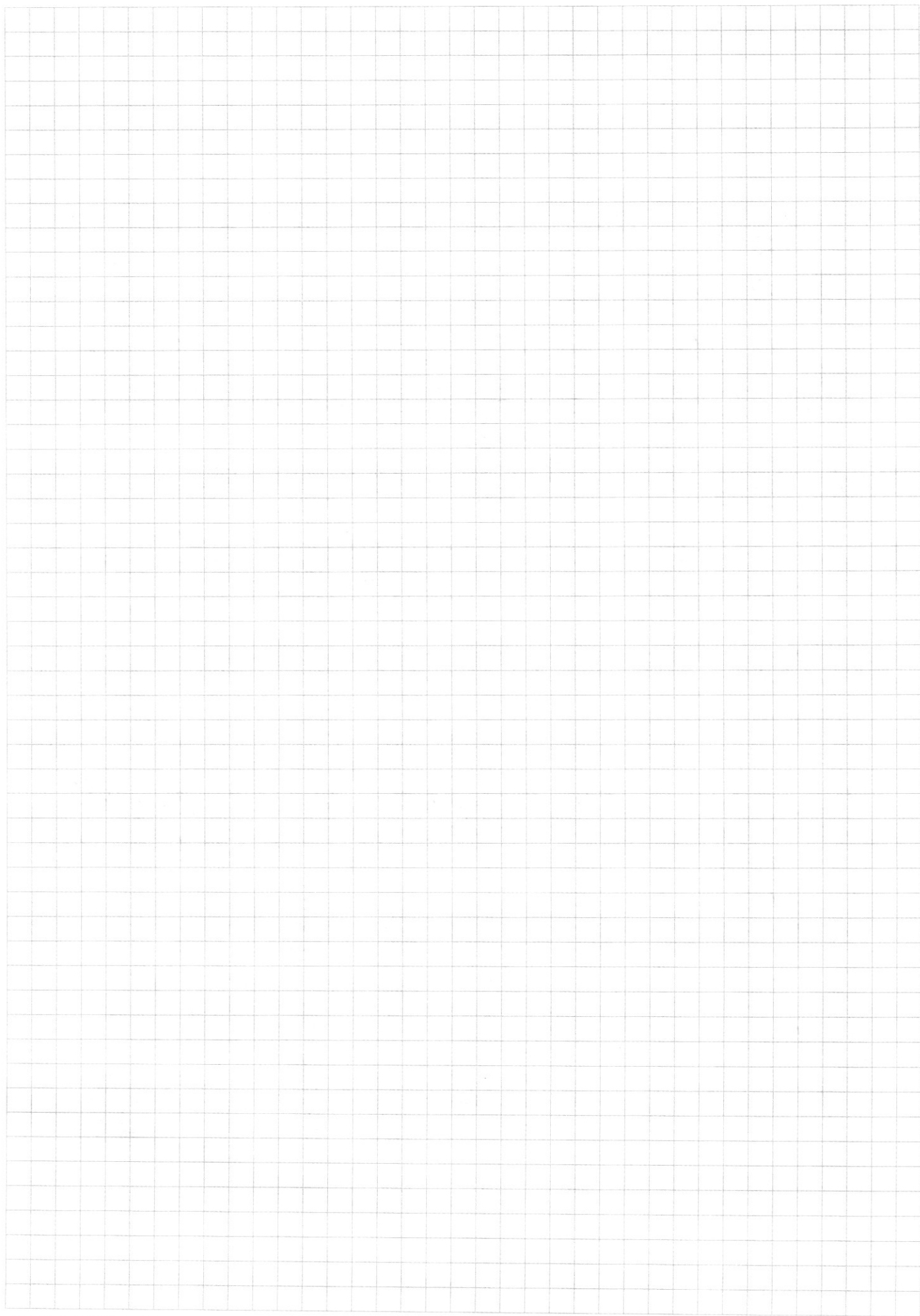


Ответ: 2) $m(T) = 0,5$; $M(T) = 0,5$;



1, 2, 3, 4 - тетрабромид перс-3-ен
 $\times$ $T-C_2H_5-C \equiv C-CH=CH_2$ перс-3-им-1-ен





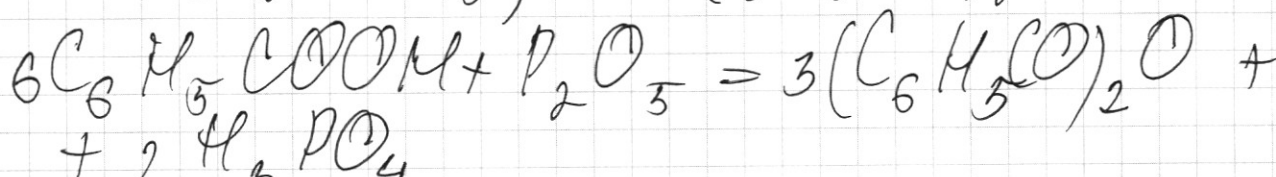
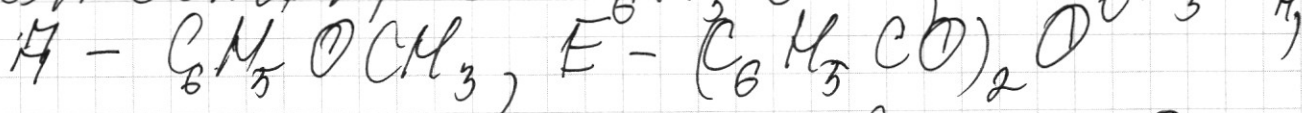
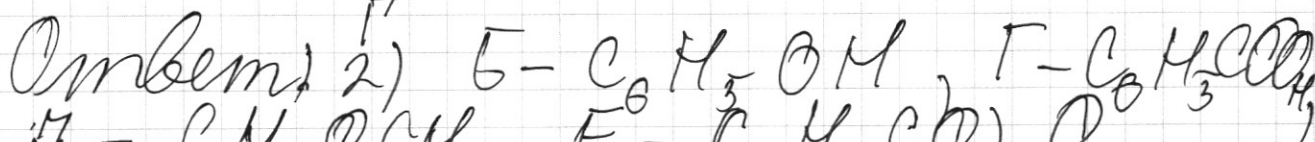
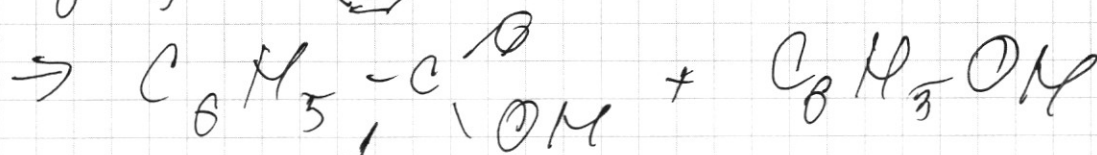
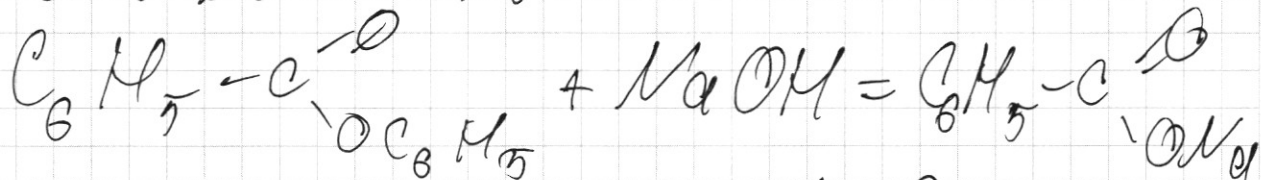
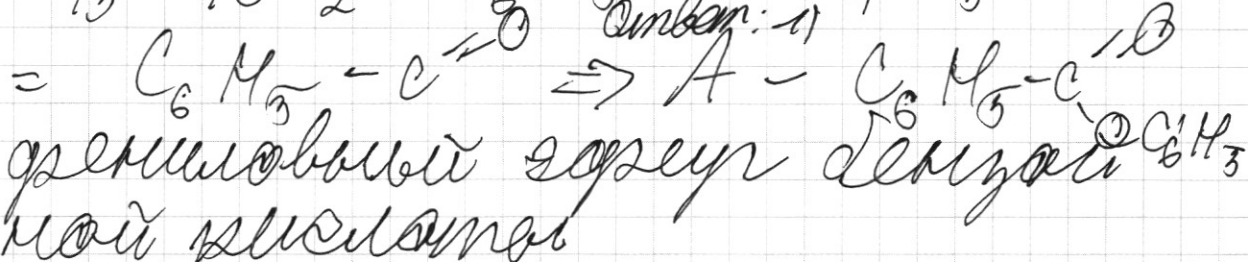
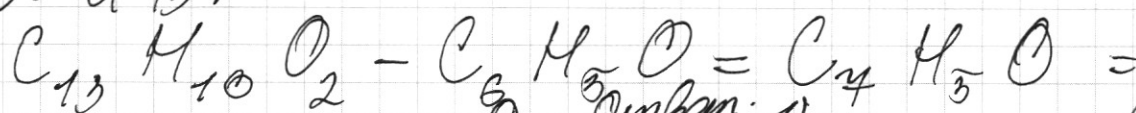
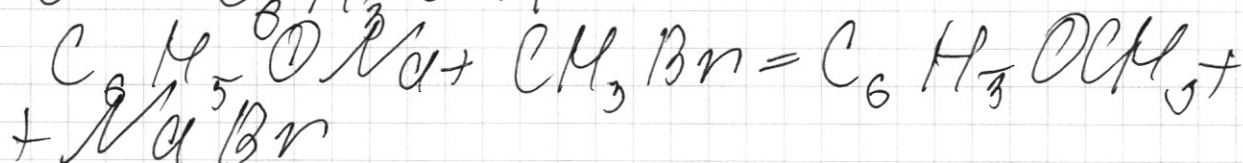
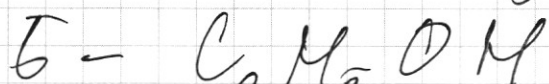
☐ черновик ☐ чистовик
(Поставьте галочку в нужном поле)

Страница №__
(Нумеровать только чистовики)

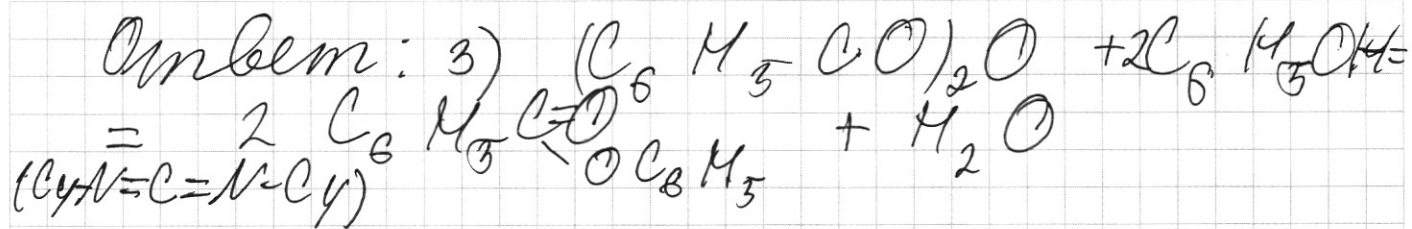
ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

Задача 5

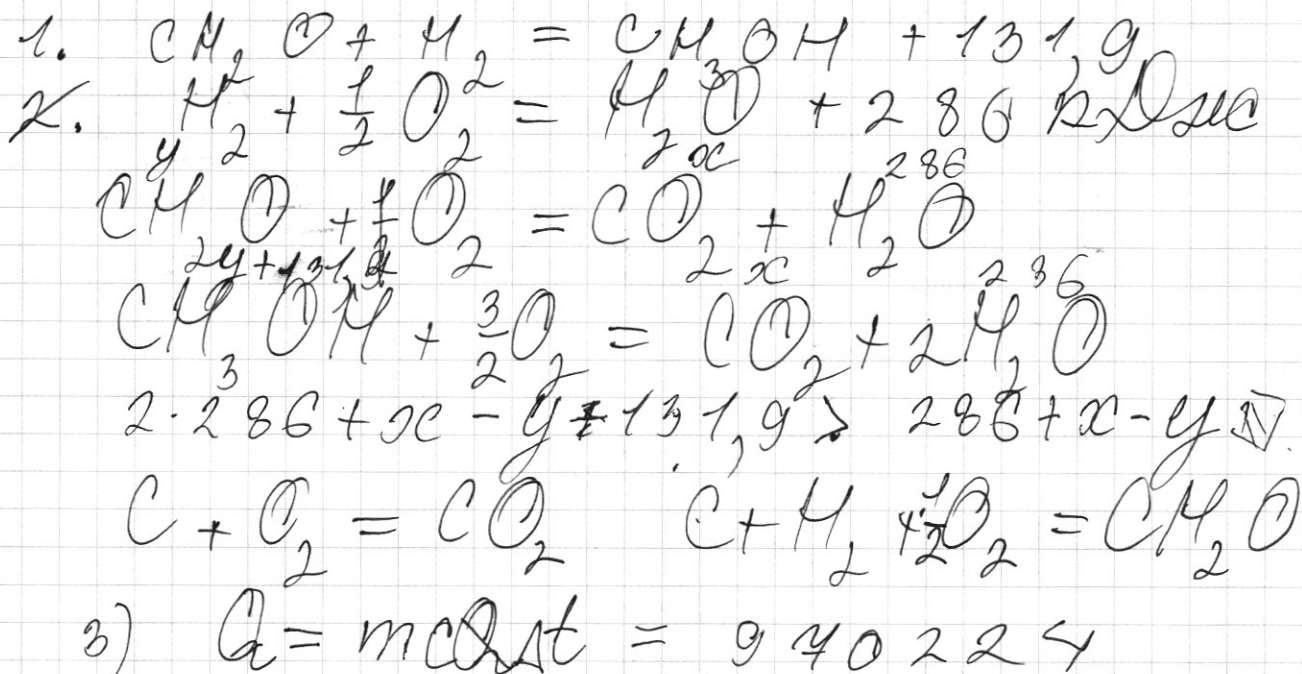
$$A - C_6H_5OCH_3 \quad \frac{12 \cdot 4}{12 \cdot 4 + 8 + 16} = 44,4\%$$



$$M((C_6H_5CO)_2O) = 12 \cdot 14 + 10 + 16 \cdot 4 = 270 \text{ г/моль}$$



ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА



...

2. $dG = -k dt \quad 10^\circ\text{C} - 1 \text{ нар.}$

